

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-008681
 (43)Date of publication of application : 11.01.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/02
 H01M 8/04
 H01M 8/12
 H01M 8/24

(21)Application number : 2000-192446

(71)Applicant : SUMITOMO PRECISION PROD CO LTD

(22)Date of filing : 27.06.2000

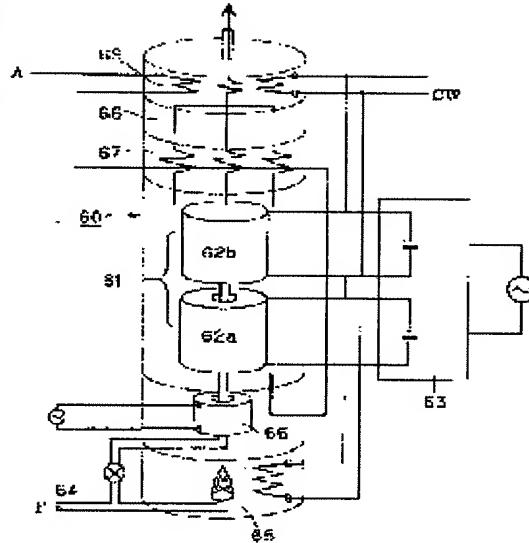
(72)Inventor : HIRAKAWA MASAHIRO

(54) FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an SOFC having a stack structure for decreasing a gas not yet burned as much as possible, which is composed so that thermal stress is hardly produced by making uniform a flow and a distribution of an air of the cell and a gas of a fuel in order to raise power generation efficiency greatly.

SOLUTION: In a composition in which air flows and passes upward in an inside of a cylinder, disk type cells are arranged in stack configuration in the cylinder, and the whole outside surface of the disks is made to be an air electrode. Furthermore, a fuel-gas flowing route penetrating into the center portions of the laminated disks, is prepared, and each surface in the disks is made to be a fuel electrode. By constituting the surfaces so that the fuel gas can pass in uniform distribution, the fuel reacted within the first disk can be recovered as it is without sending it out of the cell. Then, cell reactions can be carried out repeatedly, and the fuel cell can aim at perfect combustion of the fuel gas.



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-8681

(P2002-8681A)

(43)公開日 平成14年1月11日 (2002.1.11)

(51)Int.Cl.⁷

H 0 1 M 8/02
8/04
8/12
8/24

識別記号

F I

H 0 1 M 8/02
8/04
8/12
8/24

テ-マコード* (参考)

R 5 H 0 2 6
J 5 H 0 2 7
R

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 10 頁)

(21)出願番号

特願2000-192446(P2000-192446)

(22)出願日

平成12年6月27日 (2000.6.27)

(71)出願人 000183369

住友精密工業株式会社
兵庫県尼崎市扶桑町1番10号

(72)発明者 平川 雅弘

兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工
業株式会社内

(74)代理人 100075535

弁理士 池条 重信 (外1名)

F ターム(参考) 5H026 AA06 CC01 CV02 CX10 EE12

EE13 HH03

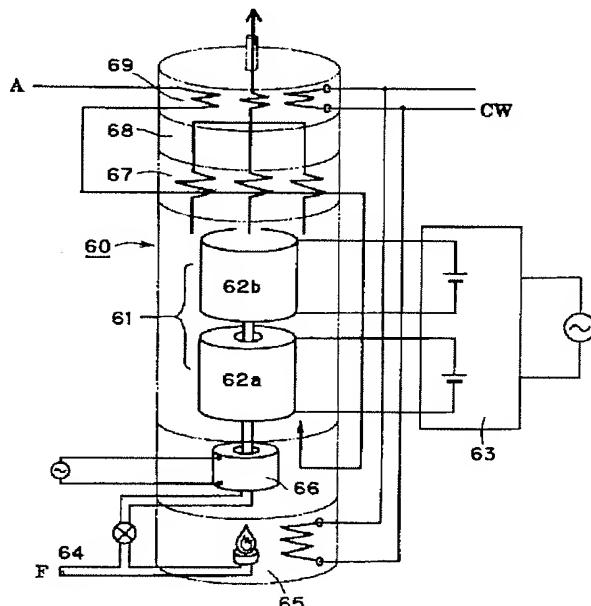
5H027 AA06 BA09 DD06

(54)【発明の名称】 燃料電池

(57)【要約】

【課題】 発電効率を大きく向上させるため、未燃ガスをできるだけ減少させるためにスタック構造を有し、セルの空気及び燃料のガスの流れや分布を均一にしてサマルストレスが生じ難い構成からなるSOFCの提供。

【解決手段】 円筒内を空気が上昇通過する構成とし、この筒内にディスク型セルをスタック配置してディスク外表面全体を空気極とし、積層したディスクの中央部に貫通する燃料ガス通路を設け、かつ各ディスク内表面を燃料極として、同表面を燃料ガスが均一に分散通過できるように構成することにより、最初のディスク内で反応した燃料をそのままセル外に出すことなく回収して、何度も繰り返して電池反応させることができ、燃料ガスの完全燃焼化を目指すことが可能。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 中空ディスク内に燃料ガスの電池反応通路を有するディスク型セルであり、該ディスク中心部に軸方向の燃料ガス通路と燃焼ガス通路を有し、該ディスク内への燃料ガスを分配導入及び燃焼ガスを排出する手段を備えた燃料電池。

【請求項2】 中空ディスク内に燃料ガスの電池反応通路を有するディスク型セルを中心軸方向に複数段積層したスタックユニット構成を有し、積層した該セルのディスク中心部に積層方向に連通する燃料ガス通路と燃焼ガス通路を有し、各セルのディスク内への燃料ガスの分配導入及び燃焼ガスを排出する手段を備えた燃料電池。

【請求項3】 中空ディスク外周面側から内部に空気を導入出可能にする手段を有する請求項1又は請求項2に記載の燃料電池。

【請求項4】 燃料ガスの分配導入及び排出手段が、中空ディスク中央に燃料ガス通路を形成する中心軸方向の貫通孔と、貫通孔の外周側に中心軸に平行方向に複数の燃焼ガス通路を有し、セルの半径方向に分配導入出孔路と排出入孔路を設けてそれぞれ前記貫通孔又は燃焼ガス通路に接続させた構成である請求項1又は請求項2に記載の燃料電池。

【請求項5】 中空ディスクが中心軸に直交する平面で分割される分割型であり、該分割平面上に仕切り板構造または中心軸に直交する平面で分割される分割型構造を有する内部ディスクを有し、電池反応通路を断面U字型にする請求項1又は請求項2に記載の燃料電池。

【請求項6】 内部ディスクが燃料ガスの分配導入手段となる請求項5に記載の燃料電池。

【請求項7】 電解質を含む材料からなる中空ディスク内周面に燃料極、該ディスク外周面に空気極を有する請求項1又は請求項2に記載の燃料電池。

【請求項8】 多孔質材料からなる中空ディスク外周面に燃料極、電解質、空気極を有する請求項1又は請求項2に記載の燃料電池。

【請求項9】 複数のスタックユニットをシリーズ接続した請求項2に記載の燃料電池。

【請求項10】 スタックユニットのシリーズ接続構成時に、上流側ユニットの出側の燃焼ガス通路を下流側ユニットの入側の燃料ガス通路に接続する請求項9に記載の燃料電池。

【請求項11】 スタックユニットのシリーズ接続構成時に、上流側ユニットの燃焼ガス通路を下流側ユニットの燃焼ガス通路に接続する請求項9に記載の燃料電池。

【請求項12】 筒内に1つ以上のディスク型セル又はスタックユニットを配置して、該セルの中心部を燃料ガスが通過し、該筒内を空気が通過する請求項1又は請求項2に記載の燃料電池。

【請求項13】 筒の下端側に空気の余熱手段、筒の上端側に残存燃料ガスの燃焼手段とその燃焼排ガスの熱回収

手段を備えた請求項12に記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、固体酸化物燃料電池(Solid Oxide Fuel Cells、以下SOFCと略記する)の新規な構成に係り、ディスク型セルを多数スタック並びにシリーズ接続できる構成となして、燃料ガスの反応を閉ループ内で繰り返して完全燃焼を図り、発電効率を大きく向上させると共に、高温作動時に生じるサーマルストレス耐性を高めることが可能なディスク型を基本構成とする燃料電池に関する。

【0002】

【従来の技術】今日、実用化されているSOFCの構成に、燃料極としてニッケルとイットリア安定化ジルコニアとのサーメット多孔体、固定電解質としてイットリア安定化ジルコニア、空気極としてランタンマンガナイト、インタークロネクト材としてランタンクロマイトを用い、一端を閉塞した円筒型のセルとして、これを多数個束ねるようにしてスタックユニットを形成する、いわゆる円筒型SOFCがある。

【0003】また、板状の多孔体からなる燃料極、電解質、多孔体からなる酸素極を順次積層したセルを、緻密体のインタークロネクト板で挟む構成となして、これを積層スタック配置する、いわゆる平板型SOFCが実用化されている。

【0004】燃料電池発電の基本構成は、上記のごとく燃料の改質、電池本体、電池から発生する直流を交流に変換するインバータからなるが、SOFCは、燃料として水素(H₂)の他にメタン(CH₄)を燃料として取り入れることができ、電池部でも燃料ガスの改質(内部改質)が可能であるとされている。すなわち、電池で反応した残りの未燃ガスは燃焼させ、その燃焼熱を改質反応(吸熱反応)に利用することが可能である。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】SOFCは、熱の利用効率が高いことにより、50%以上の発電効率が期待でき、また、電池作動温度が1000°Cと高温であることから、その排熱を蒸気回収器により高温蒸気を回収するコーチェネレーションシステムへの適用が期待できると考えられている。

【0006】セルは、耐熱性を考慮して一般に固体セラミックスに形成され、また発電効率を図るためセルを束ねたり、スタック配置するため、各部材間の温度差や熱膨張係数の差異などに起因する割れに対する対策が求められている。

【0007】前記平板型SOFCは、積層体構造のため、セルの各部の熱膨張率差や平面方向の温度分布のばらつきを少なくして、サーマルサイクル耐性を向上させるかが重要であって、基本的にサーマルサイクル耐性に劣る問題がある。

【0008】円筒型SOFCは、セル上端だけ固定する構成を採用すると、サーマルサイクル耐性に対する上下方向の膨張収縮に関して信頼性が高い特徴を有する。しかし、円筒型セルを多数束ねて配置する構造、並びに空気や燃料を効率よく流れるようにした構造は複雑で、電気接続もニッケルフェルトを挟むなどの特別の配慮を行う必要がある。

【0009】また、SOFCは、電池で反応した残りの未燃ガスを燃焼させて、燃焼熱を改質反応に利用したり、ガスタービンと組み合せて高効率発電システム、さらには排熱を蒸気回収器により高温蒸気を回収するシステムとする構成は提案されている。しかし、燃料ガスにおける未燃ガスを少なくすることを目的とした構成からなるSOFCについては、提案されていない。

【0010】この発明は、セルの配管系統を極めて簡素にできる基本構成を目的としている。また、この発明は、発電効率を大きく向上させるため、未燃ガスをできるだけ減少させるためにスタック構造を有するSOFCを提案することを目的としている。さらに、この発明は、セルの空気及び燃料のガスの流れや分布を均一にしてサーマルストレスが生じ難い構成からなるSOFCを提案することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】発明者は、燃料ガスを繰り返して燃焼可能なスタック構造を目的にセルの構成について種々検討を行った結果、例えば円筒内を空気が上昇通過する構成とし、この筒内にディスク型セルをスタック配置してディスク外表面全体を空気極とし、積層したディスクの中央部に貫通する燃料ガス通路を設け、かつ各ディスク内表面を燃料極として、同表面を燃料ガスが均一に分散通過できるように構成することにより、最初のディスク内で反応した燃料をそのままセル外に出すことなく回収して、何度も繰り返して電池反応させることができあり、燃料ガスの完全燃焼化を目指すことが可能であること知見した。

【0012】また、発明者は、水平面で2分割可能な中空ディスク型セル内に円板又は別の内部ディスクを配置して、該セルの中央部にて燃料ガス通路として利用する中心軸方向に貫通孔を設け、前記円板又は内部ディスクを分配器として利用することで、中空ディスク型セル内の内周面の全面にかつ均一に燃料ガスが接触できるように分配導入でき、ディスク外表面の空気と反応性が向上することを知見した。

【0013】また、発明者は、この中空ディスク型セルを積層配置される前記の燃料ガス通路となる貫通孔側でのみ拘束する構成であり、ディスクの半径方向に接触あるいは拘束する部材がなく、温度分布が半径方向に均一であり、熱膨張にともなう熱応力等の発生が少なく、サーマルサイクル耐性に優れることを知見し、この発明を完成了。

【0014】すなわち、この発明は、ディスク内に燃料ガス通路を有するディスク型セルを中心軸方向に複数段積層した構成を有し、積層配置した該セルのディスク中心部に積層方向に連通する燃料ガス通路及び燃焼ガス通路を有し、各セルのディスク内に各セルへの燃料ガス及び燃焼ガスの分配導入及び排出手段を備えたことを特徴とする燃料電池である。

【0015】また、この発明は、上記のディスク型セルが、中空構造でディスク内周面に燃料極、ディスク外周面に空気極を有する構成、あるいはディスク内部に電解質壁を介して2通路を有し、各セル外周面側から内部に均一に空気を導入出可能にする手段を有する構成を採用した燃料電池を提案する。

【0016】さらにこの発明は、燃料ガスの分配導入及び排出手段に、中空ディスク中央に燃料ガス通路を形成する中心軸方向の貫通孔と、貫通孔の外周側に中心軸に平行方向に複数の燃焼ガス通路を有し、セルの半径方向に分配導入出孔路と排出孔路を設けてそれぞれ前記貫通孔又は燃焼ガス通路に接続させた構成を採用した燃料電池を提案する。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、この発明の構成について、図面に基づいて詳述する。この発明の燃料電池は、ディスク型セルを積層して用いることを特徴とする。すなわち、図1Aに示すディスク型セル1をその中心軸方向に複数枚、例えば、図1Bに示す如く4枚積層してディスク型セルのスタックユニット20aを形成し、燃料ガスFを図2に示すとく、セル中央部に位置する垂直方向の燃料ガス通路21より水平方向に4枚の各セル内に分配し、これを各セル内で燃焼させて、燃焼ガスを燃焼ガス通路22に回収する。

【0018】さらにシリーズ接続する別の4枚積層したスタックユニット20bを使用し、その燃焼ガス通路22に先に回収した燃焼ガスを導入して、導入した燃焼ガス通路22より水平方向に4枚の各セル内に分配し、これを各セル内で燃焼させて、再燃焼ガスを燃料ガス通路21に回収する。従って、この例では2つのスタックユニット20a, 20bで燃焼を2回繰り返して、燃焼ガス中に含まれる未燃焼ガスを少なくする。

【0019】ディスク型セル1の構成としては、例えば図1Aに示すとく、円盤2枚の2分割型構造の中空ディスク2からなり、その軸中心の中央部に同方向の貫通孔3を有し、貫通孔の外周側には90°間隔で4か所の貫通孔に平行方向の排出孔路4が設けられている。なお、図面では中空ディスクの厚みを誇張して図示している。(図30参照)

【0020】中空ディスク2の中空本体部内には内部ディスク5が配置され、内部ディスク5内に設けた水平方向で全外周にわたる通路6が前記貫通孔3に複数の孔路にて連通しており、燃料ガスを導入して中空ディスク2内の全外

周側に分散噴射可能となっている。導入された燃料ガスは中空ディスク2内周面と内部ディスク5面とで挟まれた電池反応通路を通過して、ディスク2中央部側の隔壁に設けた孔路7を通過して排出孔路4へと導出される構成からなる。

【0021】ここで、例えば中空ディスク2本体を公知の固定電解質材料などで構成し、外周面に空気極、内周面に燃料極を公知の材質で成膜形成することで、燃料電池を構成することができる。

【0022】あるいは中空ディスク2を水素が移動可能な多孔質基担体で構成し、外周面に燃料極、電解質膜、空気極を順次成膜して燃料電池を構成することができる。ここで、酸素が移動可能な多孔質基担体で構成した場合は、中空ディスク2内周面に空気極、電解質膜、燃料極を順次成膜して燃料電池を構成することができる。

【0023】いずれの基担体材料や膜材料を選択するにも、材料の熱膨張係数が近似した材料を選定して、熱膨張係数差が生じないように考慮することは当然である。

【0024】かかるディスク型セル1を積層して前述の4枚型の他、数十枚、数百枚を積層してディスク型セルのスタッキユニットとなした際に、各貫通孔3が連接されて一つの通路が形成され、これを燃料ガス通路21とする。また、排出孔路4も連接されて燃料ガス通路22を形成する。

【0025】さらに、セル1同士の電気的接続も中空ディスク2に成膜する際に、成膜パターンを工夫してセル1の積層配置時に所定の接続端子部同士が当接するように適宜配設しておくことにより、容易に実現できる。

【0026】かかる構成からなるディスク型セルのスタッキユニットを、図1Bに示すごとく、円筒容器10内に2組シリーズ接続して配置する。ここで、円筒容器10内に空気を例えば下から上方へ流れるようにし、燃料ガスFは図2に示すように流れることにより、燃料電池の反応を起こし、連続させることができる。

【0027】再度、図2のフローを詳述すると、例えば、下側のスタッキユニット20aは、ユニット下部の排出孔路と上部の貫通孔が閉塞され、上側のスタッキユニット20bは、ユニット下部の貫通孔と上部の排出孔路が閉塞されている。

【0028】この接続方法により、前記図2のように下側のスタッキユニット20aの垂直方向の貫通孔3による燃料ガス通路21からの燃料ガスは各内部ディスクによって水平に4分配されて中空ディスク2本体内に入り、燃料ガスは積層された排出孔路4による燃料ガス通路22に回収されて上昇する。

【0029】下側のスタッキユニット20aの燃料ガス通路22に回収された燃料ガスは、上側のスタッキユニット20bの燃料ガス通路22に入り、各セルの排出孔路4に設けられた孔路7によって中空ディスク2本体内に入り、再燃焼ガスは各内部ディスクの孔路6を通って燃料ガス通路21

に入り上昇する。この回収した再燃焼ガスは、さらに、燃焼器やガスタービン等の未燃焼ガスの燃焼手段に送ることができる。

【0030】また、2つのスタッキユニットのシリーズ接続に際し、図の下側のユニット20aからの最初の燃焼ガスを、後続のスタッキユニット20bの燃料ガス通路に導入できるように構成した通路ユニットを介在させて接続することができる。

【0031】円筒容器10内で、空気と各ディスク2表面との接触を確実に有効にするため、上下ディスク間に整流板11を配置し、空気が整流板11によって各ディスク間に導入されて、各ディスク表面に沿うように流れる構成とすることが可能である。また、整流板11に小さな切り起こしフィン等を適宜設けてスワールを起こさせるなどの手段を採用し、均一かつ積極的に空気が各ディスク2表面と接触できるようにすることができるよう望ましい。

【0032】さらに、円筒容器10内で空気の流れは、下から上方向を示したが逆方向でもよく、スタッキユニット20の燃料も上から下方向に流れるように構成することができる。

【0033】図3に示すディスク型セル30は、リング板31a, 31bの2枚を対向配置して中空構造を有する中空ディスク31にしたもので、ディスク31内に外周側より空気を取り入れる構成である。中空ディスク31の軸中心の中央部に同方向の貫通孔32を形成する部材31cを有し、貫通孔32の外周側には90°間隔で4か所の貫通孔32に平行に排出孔路33が設けられている。中空ディスク31内部を仕切るインターフィン34を設けて上側通路を空気通路35、下側を燃料ガスの電池反応通路36とする。

【0034】リング板31a, 31bを空気極、固定電解質材料、燃料極を積層した材料にて形成することにより、燃料電池を構成する。図3Aに示すごとく、燃料ガスFは貫通孔32から導入路37を通じて電池反応通路36に入り、排出孔路33から排出され、空気は中空ディスク31の外周側から入り、また排出されることにより、電池反応を起こし、連続させることができる。

【0035】先に図2で上下2段のスタッキユニット間の燃焼ガスの導入経路を説明したが、図3に示す例も同様に構成できる。図3Aに示すディスク型セル30が上側スタッキユニットの最下段として貫通孔32下端が閉塞されており、燃料ガスはこの中空ディスク31の排出孔路33より排気されることになる。

【0036】ここで図3Bに示すディスク型セル30が下側スタッキユニットの最上段として貫通孔32上端が閉塞され、かつ当該中空ディスク31の排出孔路33と図3Aの排出孔路33が接続されるように構成し、図3Aの排出孔路33に連通する図3Bの当該排出孔路33より導入して電池反応通路36に入り、導入路37を通じて貫通孔32へ戻るよう構成する。

【0037】この発明は、中空構造のディスク2, 31からなる

ディスク型セル1, 30の複数を積層配置してスタックユニット化して用いることが特徴である。要するに、各ディスク並びにスタックユニットにおいて、燃料ガス及び燃焼ガスがディスク中央部に設けた積層(垂直)方向の通路を同方向に流れ、燃料ガスは水平方向に分配されて各ディスク2, 31内に導入され、空気は各ディスク2, 31の外側から作用又は導入されて、反応後の燃焼ガスは水平にUターンして垂直方向通路に戻り、次のスタックユニットで再度同様に水平方向に分配されて反応を繰り返すことを特徴とする。

【0038】一般的なSOFCは、酸化カルシウムCaOや酸化イットリウム Y_2O_3 など2価または3価の金属酸化物を少量固溶した酸化ジルコニウム ZrO_2 (ジルコニア)は、1000°C以上の温度で高い酸化物イオン O_2^- 伝導性を示すことから、かかる導電性固体酸化物を電解質とする燃料電池を構成している。

【0039】この発明において、中空ディスク2, 31自体、あるいはさらに内部ディスクの材料に前記セラミックス等を用いて形成し、所要表面に燃料極、空気極などを成膜形成することができる。また、ディスクに同等の熱膨張係数を有する材料を用いて、ディスク外周面に電解質、空気極をそれぞれ成膜することができる。

【0040】さらに、ディスク基担体として公知の種々のセラミックス、金属等からなる例えば水素の移動可能な多孔質材を用いて当該ディスクを成形して、所要表面に燃料極、電解質、空気極などを成膜形成することも可能である。

【0041】従来、燃料極にはニッケルなどの金属とセラミックスとのサーメット多孔体等が利用され、空気極には $LaCoO_3$ などの複合酸化物、ペロブスカイト型酸化物が利用されてきたが、今日、これらの極材料には材質並びに組成的な改良が行われ、多数の材料が提案されている。例えば、電解質にイットリア安定化ジルコニア(YSZ, 8Y, 3Y)など、イットリア、カルシア、マグネシアなどを添加して、正方晶、立方晶を低温まで安定させたジルコニアなどが知られている。

【0042】この発明では、前述の垂直方向の燃料ガスと水平方向の空気の流入出が行われる特定の構成を中空構造のディスクとそのスタックユニットで実現したことを特徴としており、ディスク基担体はもちろん、かかるSOFCとして必要な材質、材料には、公知のいずれのものも適宜選定利用できることは言うまでもない。

【0043】以下に、この発明によるディスク型セルの他の構成例を図面に基づいて詳述する。図1Aに示す構成のディスク型セル1を効率よく製造できる構成として、図4に分割型ディスクの構成を示す。これは均一厚みの円盤2枚を成形してその外周部等で接合して中空構造ディスクとなし、また各円盤に窪み及び孔部を設けてこれを組み合せて垂直方向の通路を形成するものである。

【0044】図4Aに示すディスク型セル40は、本体の中空デ

ィスク41が水平面で上下2分割の円盤41a, 41bからなり、各円盤41a, 41bの断面円弧状の外周端と通路形成用窪み部42で円盤同士あるいは内部ディスク43と接合される。ディスク41の中央部には上下方向の貫通孔44が形成されている。内部ディスク43も同様に上下2分割の円板43a, 43bからなり、内部が中空でガス通路45となり、貫通孔44に連通して外周部に設けたスリット46からのガス噴射あるいは導出が可能である。

【0045】また、ディスク型セル40には、図4B, 4Cに示すごとく、貫通孔44の外周側には90°間隔で4か所の貫通孔44に平行に排出孔路47が設けられている。内部ディスク43の外周部のスリット46から燃料ガスが導入されて、内部ディスク43と円盤41a, 41bとに挟まれた電池反応通路を通って内周側へ戻り、連通孔48を介して排出孔路47へ出ていく構成である。

【0046】ディスク型セル40においても、ガスフローは前述のごとく貫通孔44、内部ディスク43、スリット46、反応通路、連通孔48、排出孔路47への流れと、これとは逆の方向に流れるガスフローを適宜採用でき、当該セル40の積層時に同方向のものを用い、他のスタックユニットを作製する際にこの逆のフローとするなど、スタックユニット毎にシリーズ接続して用いる。

【0047】このディスク型セル40の分割型の構成は、簡単で製造性がすぐれているが、さらにディスク41の円板41aとその窪み部42を別部材49で形成することも可能である。

【0048】図5に示すディスク型セル50は、中空ディスク51を形成する上下2枚の円盤51a, 51b内に、燃料ガスの通路を形成するための1枚の円板からなる内部ディスク53を有した構成であり、各円盤、円板は単純な形状からなり、製造性に優れている。基本的な構成は上述の図4のディスク型セル40と同様であるが、1枚の内部ディスク53で通路を形成する点が異なる。

【0049】図5Aに示すように貫通孔54及び排出孔路55の配置も前述の図4の例と同様である。内部ディスク53の中央部に設ける窪み部の形状とその位置で通路や導入出孔が形成される。図5Bに示すごとく、中空ディスク51の厚み中央位置で、内部ディスク53に窪み部56を設けて貫通孔54と隔てる壁部を形成して、これに設けた導入孔より貫通孔54内の燃料ガスをディスク51内に導入分散し、内部ディスク53上面に沿って電池反応通路内を通過させ、外周側で反転させ内部ディスク53下面に沿って電池反応通路を通過させ、ディスク51の中央側で排出孔路55へと導出する構成である。

【0050】図5Cに示す例は、図5Bが内部ディスク53に窪み部56を設けて貫通孔54と隔てる壁部を形成した構成に変えて、折り曲げ部57を設けることで同様に貫通孔54と隔てる壁部を形成した構成となし、内部ディスク53の形状をより単純化したものである。ガスフローは前述のごとく貫通孔54からの導入孔、円盤51a, 51bと内部ディスク53

3間の反応通路、連通孔を介して排出孔路55への流れと同様である。

【0051】1枚構造の内部ディスク53の形状を説明すると、図6Cに示すごとく、円板の中央に貫通孔54を形成する孔部があり、その外側に排出孔路55を形成するためのダクト部58が突出形成されている。ダクト部58の外周側で隣接ダクト部58間には、導入ガスを分散させるための突起59設けられている。図示しないが、内部ディスク53の所要箇所に前記突起の他、スワールを起こすためのフィンやディンプル、切欠き部などを適宜設けることが可能である。

【0052】この内部ディスク53を円板51a, 51bからなる中空ディスク51内に内蔵することで、図6Aに示すごとく、内部ディスク53の隣接ダクト部58間の突起59が設けられている開口部より貫通孔54からの燃料ガスが中空ディスク51内に導入され、分散して円盤51a, 51bと内部ディスク53間の上下の反応通路を通過し、ダクト部58の下部開口より排出孔路55へ導出されるガス通路が形成される。

【0053】図7は、上下2段のスタックユニットの接合部を示している。上2枚のディスク型セル50が上側のスタックユニットの下から2枚を示し、下2枚のディスク型セル50が下側のスタックユニットの上から2枚を示している。また図7のディスク型セル50は、上2枚は図6Aに示すディスク型セル50であり、下2枚は、内部ディスク53を反転したディスク型セル50である。従って、図示の中央に位置する当該接合部には貫通孔54を閉塞するスペーサーが配置されることにより、これに隣接する上下の排出孔路55同士は連通するように構成されている。

【0054】上側のスタックユニットのディスク型セル50は、上述のガス流れで反応後のガスが排出孔路55へ導出され、このガスが下側のスタックユニットのディスク型セル50に、前記とは逆にダクト部58の下部開口より中空ディスク51内に導入され、分散して円盤51a, 51bと内部ディスク53間の上下の反応通路を通過し、隣接ダクト部58間の突起59が設けられている開口部より貫通孔54へと導出されるガスフローが形成される。

【0055】かかるディスク型セル50は、部材が中空ディスク51を形成する円盤51a, 51bと内部ディスク53のわずか3枚の円盤部材で構成され、かつ各円盤、円板はその中央部で接合支持される構造であるため、熱膨張に関して径方向に逃げがあり、熱膨張係数の整合性を図るだけでサーマルストレス耐性を向上させ得る特徴がある。また単純な構成であるが、前述のごとく内部ディスク53形状を少し変化させるだけでガスの導入出を変化させることができ、種々ガスフローを容易に実現できる。

【0056】種々ガスフローを採用しても、燃料ガスが中央部を通過し、その外周部に燃焼ガスが通過するか、その逆フローとなるように基本的に、ディスク中央部の軸方向(ディスク積層方向)に燃料及び燃焼ガスが通過し、各ディスク型セルでは、ディスク中央部から放射状にガス

が拡散したUターンして中央部に戻って来るという流れは常に同じであり、各ディスク型セルの温度分布はディスク中央部から放射状にシンメトリカルになる利点があり、サーマルストレス耐性が優れている。

【0057】一方、燃料ガス、燃焼ガスが加圧されて種々ガスフローで流下する場合、中空ディスク自体の剛性を向上させるため、中空ディスクを形成する円盤の外面に半径方向の歫、条を適宜突設配置するとよく、熱溜まりとならないように歫、条などを構成する材料厚みを同一のままと成形するとよい。

【0058】図5～図7に示すディスク型セル50並びにこれを積層したスタックユニットにおいて、前述のごとく、例えば中空ディスク51材料にイットリア安定化ジルコニア(YSZ)等を用いて形成し、ディスク内周面に燃料極、外周面に空気極などを成膜形成することができ、また、中空ディスク51材料に熱膨張係数が同等の多孔質材を用いて、ディスク外周面に電解質、空気極をそれぞれ成膜することが可能で、内部ディスクに公知のセラミックス材を用いて焼成することで、耐熱性、サーマルストレス耐性に優れたディスク型SOFC並びにディスク型スタックユニットが容易に製造できる。

【0059】

【実施例】実施例1

図8に示す燃料電池システムは、下側から、燃料ガス予熱部65、予熱部65で不足する場合、あるいは運転開始時のガス予熱用の電気ヒーター66、この発明による複数のディスク型セルを積層したスタックユニット62a, 62bをシリーズ接続した発電部61、空気予熱部67、未燃焼ガスの燃焼部68、廃熱回収および空気予熱のための熱交換器69を順に、空気の通路となる円筒体60内に収納配置した構成からなる。

【0060】詳述すると、円筒体60の下部から上方へ空気が通過する構成であり、最下部にガスを燃焼させて予熱する燃料ガス予熱部65が設けられている。燃料ガスFは、配管64よりスタックユニット62aに入り、積層枚数分に分配されて各ディスク型セル内で反応して、燃焼ガスとして集められ、さらに次のスタックユニット62bに入り、再度分配されて、各ディスク型セル内で反応して、再燃焼ガスとして集められ、発電部61を出る。

【0061】発電部61を出た燃焼ガスは、先に反応を繰り返して未燃焼ガス割合が少ないが、再燃焼可能であるので空気予熱部67で空気を予熱した後、上昇してきた加熱空気とともに燃焼室68に導入して燃焼させる。燃焼室68の燃焼廃熱を熱交換器69で供給する水CWを温水または水蒸気で回収するとともに空気を予熱する。また、この温水または水蒸気は燃料ガス予熱部65にも利用される。なお、空気Aは、円筒体60の上部にある熱交換器69、空気予熱部67で高温に予熱されて、発電部61の下側に送られて円筒体60内を上昇する。

【0062】発電部61では、50枚のディスク型セルを積層し

たスタックユニット62を用い、燃料ガス及び燃焼ガスが空気に触れないようシリーズ接続してある。図ではスタックユニット62を2段にシリーズ接続してあり、インバーターユニットと電気的接続がされて電気が取り出される。

【0063】スタックユニット62a, bは、各50枚のディスク型セルを積層したもので、ディスク型セルは、図7の構成を採用し、中空ディスクを構成する円盤にはイットリア安定化ジルコニア(YSM)、内部ディスクにYSMと熱膨張係数を同等に調整したジルコニアセラミックス材を用いて焼成した。ディスク型セルの寸法は、外径120mm、厚み10mmである。円盤に成膜する燃料極にはNi-ZrO₂+Y₂O₃、空気極にはLaSrMnO₃をそれぞれ成膜した。

【0064】ディスク型セル単体は、室温～1000°Cの繰り返し試験において、100回のサーマルサイクル試験をクリアした。特に、起動立ち上げ、冷却の繰り返しに対する各ディスク型セルの半径方向の温度分布がいずれの方向も均等であることを確認した。50枚のディスク型セルを積層したスタックユニットを2段用いて発電部とした当該燃料電池は、発電効率が50%を超えることを確認した。

【0065】

【発明の効果】この発明による燃料電池は、スタック構造を有し、ディスク型セルの積層時にディスク中央部に配管系統が完成する極めて簡素な基本構成を有し、スタックユニットをシリーズ接続することにより、未燃ガスをできるだけ減少させることができる。

【0066】この発明の燃料電池は、ディスク中央部に積層方向の配管系を有し、かつ中央部の配管系から放射状にガスを分配でき、ディスク型セル内の空気及び燃料のガスの流れや分布を均一にして、サーマルストレスが生じ難い構成からなる。また、中央部の配管系でのみ拘束する構成であり、ディスクの半径方向に接触あるいは拘束する部材がなく、温度分布が半径方向に均一であり、熱膨張にともなう熱応力等の発生が少なく、サーマルサイクル耐性に優れる。

【0067】また、この発明の燃料電池は、円筒内を空気が上昇通過する構成とし、この筒内にスタックユニットを配置してディスク外表面全体を空気極とし、積層したディスクの中央部に貫通する燃料ガス通路を設け、例えば各ディスク内表面を燃料極として、同表面を燃料ガスが均一に分散通過できるように構成することにより燃焼効率を向上させる。さらに、最初のディスク内で反応した燃料をそのままセル外に出すことなく回収して、シリーズ接続するスタックユニットにて何度も繰り返して反応させることができあり、燃料ガスの完全燃焼化を目指すことが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】Aはこの発明によるディスク型セルの構成示す右側縦断説明図、Bはディスク型スタックユニットを円筒

体内に収納した説明図である。

【図2】ディスク型スタックユニット内を流れる燃料ガスのフローを示す概念説明図である。

【図3】Aはこの発明によるディスク型セルの他の構成を示す右側縦断説明図、Bはこの発明によるディスク型セルの他の構成を示す右側縦断説明図、Cはディスク型セルの中央部のみの横断説明図である。

【図4】Aはこの発明によるディスク型セルの他の構成を示す右側縦断説明図、Bはこの発明によるディスク型セルの他の構成を示す右側縦断説明図、Cはディスク型セルの中央部のみの説明図、DはAの要部の他の構成を示す説明図である。

【図5】Aはディスク型セルの中央部のみの説明図、Bはこの発明によるディスク型セルの他の構成を示す右側縦断説明図、Cはこの発明によるディスク型セルの他の構成を示す右側縦断説明図である。

【図6】Aはこの発明によるディスク型セルの他の構成を示す縦断説明図、Bはディスク型セルの中央部のみの説明図、Cはこの発明による内部ディスクの構成を示す斜視説明図である。

【図7】この発明によるディスク型セルの他の構成を示す縦断説明図である。

【図8】この発明による燃料電池システムの構成を示す斜視説明図である。

【符号の説明】

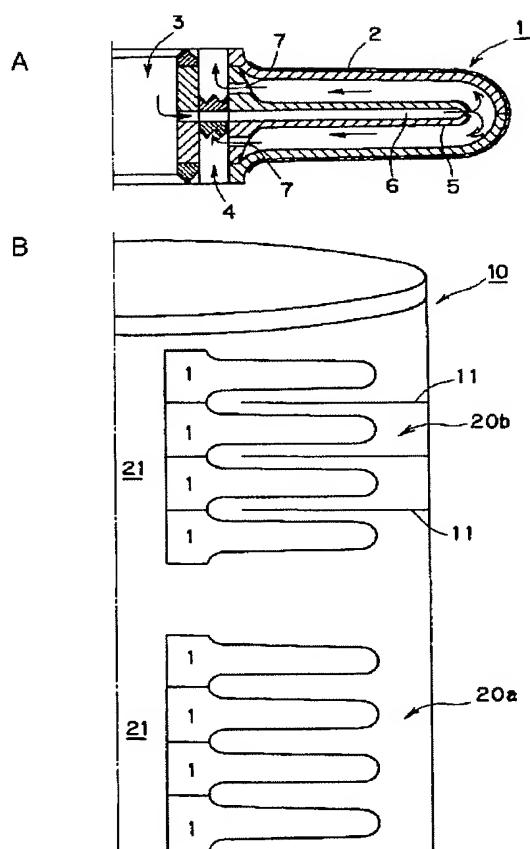
- 1, 30, 40, 50 ディスク型セル
- 2, 31, 41, 51 中空ディスク
- 3, 32, 44, 54 貫通孔
- 4, 33, 47, 55 排出孔路
- 30 5, 43, 53 内部ディスク
- 6 通路
- 7 孔路
- 10 円筒容器
- 11 整流板
- 20a, 20b, 62a, 62b スタックユニット
- 21 燃料ガス通路
- 22 燃焼ガス通路
- 31a, 31b リング板
- 31c 部材
- 40 34 インターコネクター
- 35 空気通路
- 36 電池反応通路
- 37 導入路
- 41a, 41b, 51a, 51b 円盤
- 42, 56 通路形成用窪み部
- 43a, 43b 円板
- 45 ガス通路
- 46 スリット
- 48 連通孔
- 50 49 別部材

58 ダクト部
59 突起
60 円筒体
61 発電部
64 配管
65 燃料ガス予熱部
66 電気ヒーター

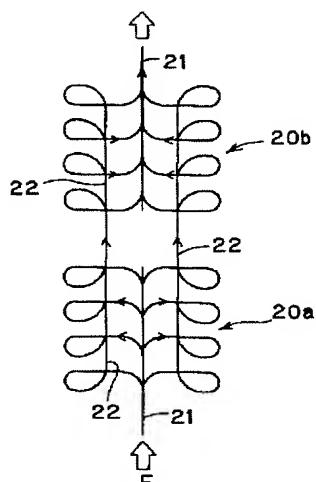
* 67 空気予熱部
68 燃焼部
69 热交換器
A 空気
CW 水
F 燃料ガス

*

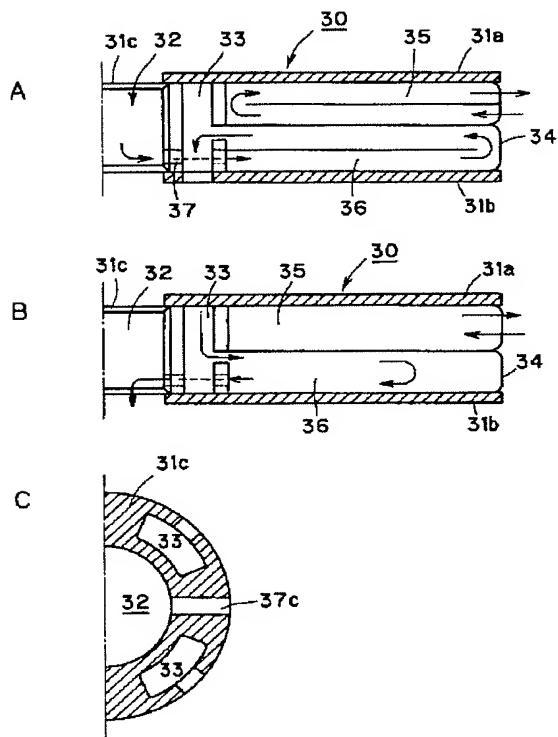
【図1】



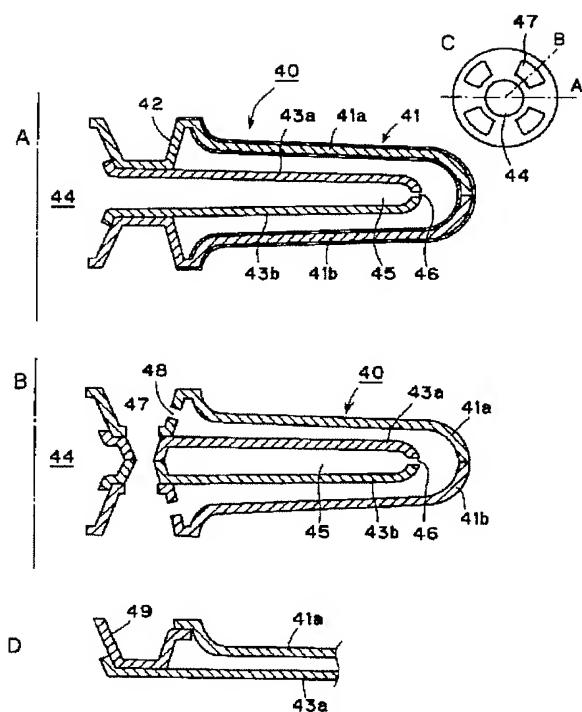
【図2】



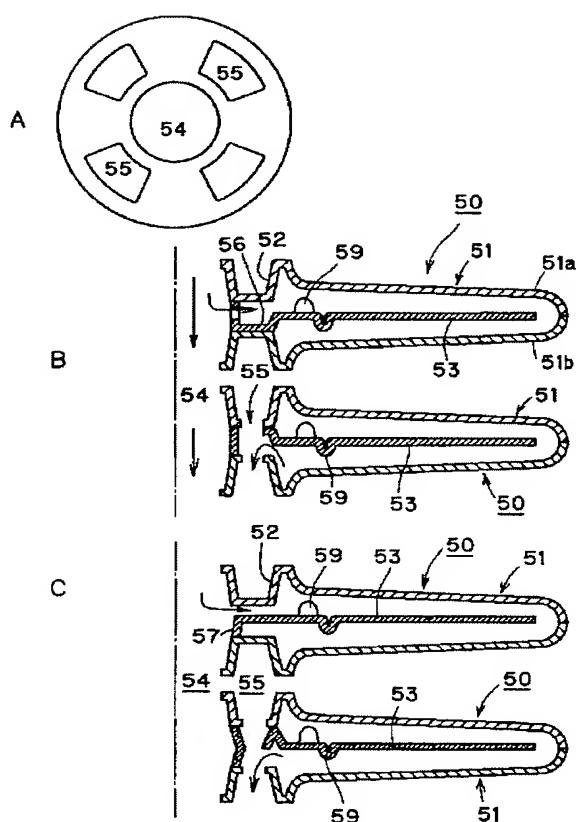
【図3】



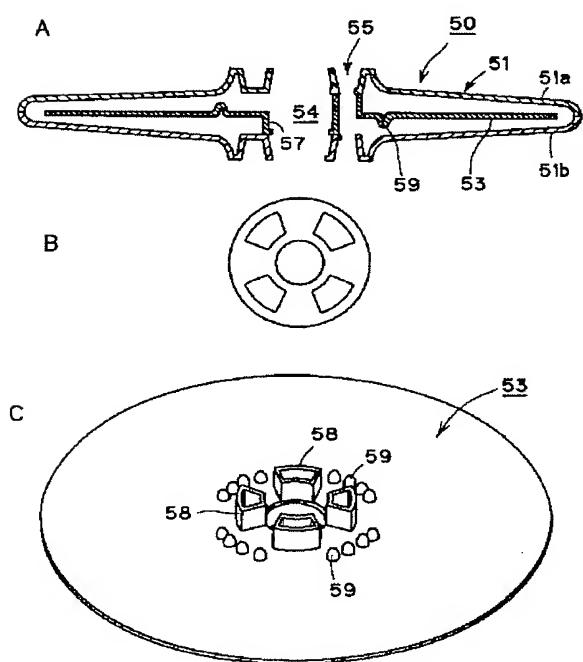
【図4】



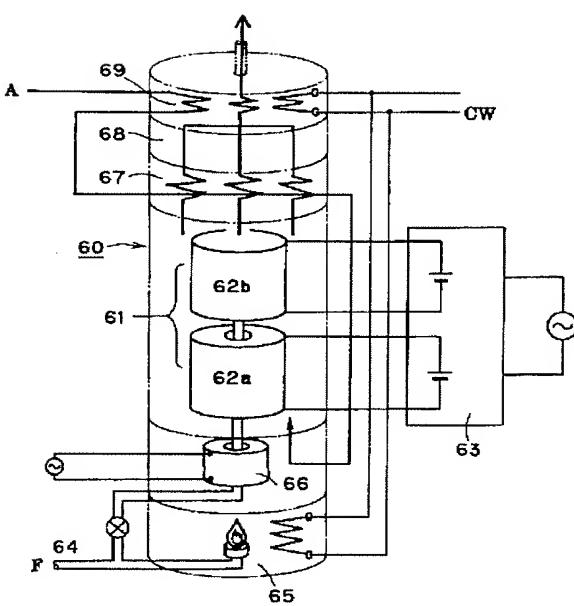
〔图5〕



【圖 6】



[圖 8]



【図7】

